> Mesure des émissions des installations de combustion alimentées à l'huile extra-légère, au gaz ou au bois

Recommandations sur la mesure des émissions des installations de combustion

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

> Mesure des émissions des installations de combustion alimentées à l'huile extra-légère, au gaz ou au bois

Recommandations sur la mesure des émissions des installations de combustion

Publié par l'Office fédéral de l'environnement OFEV
Berne, 2013

Valeur juridique
La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise des notions juridiques indéterminées provenant de lois et d'ordonnances et favorise ainsi une application uniforme de la législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en vigueur. Les aides à l'exécution de l'OFEV (appelées jusqu'à présent directives, instructions, recommandations, manuels, aides pratiques) paraissent dans la collection «L'environnement pratique».

Impressum

Editeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV)
L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

Accompagnement à l'OFEV
Division Protection de l'air et produits chimiques,
Section Industrie et combustion

Référence bibliographique
OFEV 2013: Mesure des émissions des installations de combustion alimentées à l'huile extra-légère, au gaz ou au bois. Recommandations sur la mesure des émissions des installations de combustion. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1319: 36 p.

Graphisme, mise en page
Ursula Nöthiger-Koch, 4813 Uerkheim

Photo de couverture
OFEV

Téléchargement au format PDF
www.bafu.admin.ch/uv-1319-f
(il n'existe pas de version imprimée)

Cette publication est également disponible en allemand.

© OFEV 2013

> Table des matières

Abstracts **5**
Avant-propos **7**

1 But et champ d'application **8**
1.1 But 8
1.2 Champ d'application 8
1.3 Rapport avec les recommandations sur la mesure des émissions 8

2 Instruments de mesure **9**
2.1 Instruments de mesure des effluents des installations de combustion 9
2.2 Mise sur le marché et contrôle des instruments de mesure 9
2.3 Instruments de mesure des effluents pour installations de combustion alimentées au bois 9

3 Orifice de mesure **10**
3.1 Diamètre de l'orifice 10
3.2 Emplacement de l'orifice 10

4 Installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz **13**
4.1 Régimes d'exploitation à contrôler 13
4.2 Nombre de mesures 13
4.3 Préparation de la mesure 14
4.4 Réalisation de la mesure 14
4.4.1 Déroulement d'une mesure 14
4.4.2 Check-list pour le déroulement des opérations 15
4.4.3 Prise en compte de la qualité de l'huile de chauffage 15
4.5 Traitement des données brutes et appréciation des résultats 16
4.5.1 Concentration de monoxyde de carbone et de d'oxydes d'azote 16
4.5.2 Appréciation simplifiée de la concentration d'oxydes d'azote dans les installations de combustion alimentées à l'huile 17
4.5.3 Procédure en cas de dépassement des valeurs limites (nouvelles installations, première mesure) 18
4.5.4 Procédure en cas de dépassement des valeurs limites (installations existantes) 18
4.5.5 Concentration d'oxygène 18
4.5.6 Pertes par les effluents gazeux 19
4.5.7 Indice de suie (installations de combustion alimentées à l'huile) 20
4.5.8 Mesure des particules d'huile partiellement brûlées 21
4.6 Répétition des mesures 22

5 Installations de combustion alimentées au bois **23**
5.1 Régimes d'exploitation à tester 23
5.1.1 Chaudières à chargement manuel 23
5.1.2 Chaudières à chargement automatique 23
5.1.3 Chauffages de locaux et cheminées à chargement manuel 23
5.2 Nombre de mesures 24
5.3 Préparation de la mesure 24
5.4 Réalisation de la mesure 24
5.4.1 Déroulement d'une mesure 24
5.4.2 Check-list pour le déroulement des opérations 25
5.5 Traitement des données brutes et appréciation des résultats 25
5.5.1 Concentration de monoxyde de carbone 25
5.5.2 Concentration d'oxygène 26
5.6 Répétition des mesures 26

Annexes **27**
A1 Formules et tableaux 27
A2 Collecte d'effluents gazeux à l'aide d'un sac d'échantillonnage 32
A3 Profils de formation pour le contrôle des installations de combustion 33

Répertoires **36**

> Abstracts

These implementation guidelines describe how emissions from furnaces and stoves have to be measured and evaluated in accordance with the requirements of the Ordinance on Air Pollution Control. They specifically describe how the emissions have to be measured from oil and gas furnaces up to 1 MW and from wood-fired stoves up to 70 kW. The measurement recommendations are primarily addressed to cantonal and municipal implementing authorities, as well as to private and public sector testing laboratories and other specialised interest groups.

Keywords:
air pollution control, Ordinance on Air Pollution Control, measurement recommendations, emissions, exhaust gas, air pollutants, heating, measurement sequence, measuring equipment

Diese Vollzugshilfe zeigt auf, wie im Sinne der Luftreinhalte-Verordnung Schadstoff-Emissionen an Feuerungen zu messen und zu beurteilen sind. Sie beschreibt die Messung der Emissionen von Öl- und Gasfeuerungen bis 1MW und von Holzfeuerungen bis 70kW. Die vorliegenden Messempfehlungen Feuerungen richten sich in erster Linie an kantonale und kommunale Vollzugsbehörden, private und behördliche Messfachstellen sowie an interessierte Fachleute.

Stichwörter:
Luftreinhaltung, LRV, Messempfehlung, Emission, Abgas, Luftschadstoff, Heizung, Messablauf, Messgerät

La présente aide à l'exécution montre comment déterminer et apprécier les émissions polluantes conformément à l'ordonnance sur la protection de l'air. Elle décrit la manière dont s'effectue la mesure des émissions pour les installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz dont la puissance ne dépasse pas 1 MW et pour les installations de combustion alimentées au bois dont la puissance ne dépasse pas 70 kW. Les présentes Recommandations sur la mesure des émissions des installations de combustion sont en premier lieu destinées aux autorités cantonales et communales chargées de l'exécution, aux services de mesure privés et officiels, ainsi qu'aux spécialistes intéressés.

Mots-clés:
protection de l'air, OPair, recommandation pour la mesure des émissions, émission, effluent gazeux, polluant atmosphérique, chauffage, déroulement de la mesure, instrument de mesure

Il presente aiuto all'esecuzione spiega come misurare e analizzare conformemente all'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico le emissioni di inquinanti degli impianti di combustione. Descrive la misurazione delle emissioni degli impianti a combustione alimentati a gasolio o gas con una potenza fino a 1 MW e degli impianti a combustione alimentati a legna fino a 70 kW. Il testo è destinato in primo luogo alle autorità esecutive cantonali e comunali, agli uffici di misurazione privati e ufficiali e agli esperti interessati.

Parole chiave:
protezione dell'aria, OIAt, Raccomandazioni misurazione impianti a combustione, emissione, gas di scarico, inquinanti atmosferici, riscaldamento, metodo di misurazione, strumento di misura

> Avant-propos

Les installations de combustion destinées au chauffage de bâtiments sont une des principales sources de polluants atmosphériques. Leur contrôle avait déjà été introduit par les cantons et les communes avant l'entrée en vigueur de l'ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air (OPair). Des émissions nocives et incommodantes avaient été mises en évidence et les installations concernées assainies.

La mesure des émissions constitue un instrument important pour l'appréciation et l'évaluation des sources de polluants. Elle permet de déterminer et de corriger des divergences par rapport aux prescriptions en matière de protection de l'air, et de maintenir et d'améliorer ainsi la qualité de l'air que nous respirons.

La présente édition 2013 englobe également – et c'est une nouveauté – les mesures effectuées sur des installations de combustion alimentées au bois d'une puissance ne dépassant pas 70 kW. Les petites installations de combustion alimentées au bois représentent une source non négligeable de poussières fines. Actuellement, les autorités effectuent généralement des contrôles périodiques visuels de ces installations et du combustible utilisé. Dans les régions soumises à un plan cantonal de mesures ou en cas de plainte, ces contrôles sont complétés au besoin par des mesures.

Les Recommandations sur la mesure des émissions des installations de combustion ont été élaborées avec la collaboration de spécialistes des mesures, des autorités et de la branche. Nous remercions de leur engagement toutes les personnes qui ont contribué à cette publication.

Gérard Poffet
Sous-directeur
Office fédéral de l'environnement (OFEV)

1 > But et champ d'application

1.1 But

[1] Les présentes recommandations reposent sur l'art. 14, al. 2, et l'annexe 3, ch. 412, al. 3, de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair)[1]. Elles définissent la manière de mesurer les effluents gazeux d'une installation de combustion lors des contrôles périodiques officiels de ces installations, effectués en vertu de l'art. 13, al. 3, OPair.[2]

1.2 Champ d'application

[1] Les présentes recommandations s'appliquent aux installations de combustion dont la puissance ne dépasse pas 1 MW, qui sont alimentées à l'huile de chauffage extra-légère et/ou au gaz[3], et aux installations de combustion dont la puissance calorifique ne dépasse pas 70 kW, qui sont alimentées au bois de chauffage au sens de l'annexe 5, ch. 31, al. 1, let. a et b, OPair.

[2] Pour toutes les autres installations de combustion, ce sont les recommandations «*Mesure des émissions des installations stationnaires*» qui s'appliquent.

1.3 Rapport avec les recommandations sur la mesure des émissions

En principe, les mesures des effluents gazeux au sens des présentes recommandations peuvent aussi être effectuées selon les recommandations sur la mesure des émissions.

1 Ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air, y compris les modifications subséquentes (RS 814.318.142.1).

2 Les mesures des effluents gazeux des installations de combustion nécessitent un important bagage de connaissances techniques. Pour le contrôle officiel des installations de combustion, il faut une formation de contrôleur de combustion (examen professionnel SEFRI) ou une formation jugée équivalente (cf. annexe A3). Les cantons peuvent fixer des critères plus élevés de qualification du personnel chargé des premières mesures et des contrôles périodiques des installations dont la puissance dépasse 350 kW.

3 Les émissions des chauffe-eau à réservoir ou à circulation, alimentés au gaz selon l'art. 20, al. 1, let. f et g, OPair, ne sont pas soumises à mesure. Pour ces appareils atmosphériques, il n'existe aucune exigence en termes de valeur limite dans l'OPair.

2 > Instruments de mesure

2.1 Instruments de mesure des effluents des installations de combustion

Les exigences techniques relatives aux systèmes et à la stabilité de mesure sont régies par l'ordonnance sur les instruments de mesure[4] et par les dispositions d'exécution de l'ordonnance du Département fédéral de justice et police (DFJP) sur les instruments de mesure des effluents des installations de chauffage[5].

2.2 Mise sur le marché et contrôle des instruments de mesure

Le DFJP règle les procédures de mise sur le marché des instruments de mesure des effluents pour installations de combustion ainsi que les procédures de maintien de la stabilité de leurs mesures.

2.3 Instruments de mesure des effluents pour installations de combustion alimentées au bois

[1] En principe, les instruments homologués par l'Institut fédéral de métrologie (METAS) pour les mesures officielles des effluents des installations de combustion alimentées au bois qui sont entretenus et étalonnés peuvent être utilisés sans autre dilution des effluents gazeux (mesure directe).

[2] Si le domaine de mesure ou la charge des instruments est dépassée, la dilution des effluents de l'installation permet néanmoins d'obtenir des résultats (mesure indirecte). L'utilisation d'un sac d'échantillonnage des gaz, comme décrit dans l'annexe A2, est utile pour déterminer la concentration moyenne de polluants dans les effluents gazeux. L'analyse du contenu du sac est relativement brève, ce qui ménage l'instrument de mesure.

[3] En cas de mesure indirecte des effluents des installations de combustion alimentées au bois, il faut au préalable démontrer la comparabilité de la méthode avec la mesure directe au sens de l'al. 1.

[4] Ordonnance du 15.2.2006 sur les instruments de mesure (RS 941.210)
[5] Ordonnance du DFJP du 22 avril 2011 sur les instruments de mesure des effluents par les installations de chauffage (OIMEC; RS 941.210.3)

3 > Orifice de mesure

3.1 Diamètre de l'orifice

[1] L'orifice nécessaire pour effectuer les mesures à l'aide d'un instrument de mesure doit avoir un diamètre de 10 à 21 mm au maximum. Pour les conduits de fumée recouverts d'une isolation, le mamelon de mesure devra dépasser l'épaisseur de l'isolation.

[2] Si des raisons métrologiques l'exigent, l'autorité d'exécution peut imposer des orifices plus grands (p. ex. dans le cas d'un conduit de fumée à parois épaisses).

3.2 Emplacement de l'orifice

[1] Si le fabricant du générateur de chaleur ou de l'installation d'évacuation des effluents gazeux n'a pas prévu d'orifice de mesure approprié, celui-ci devra être aménagé ultérieurement, conformément aux al. 4 à 8.[6]

[2] Les effluents gazeux doivent pouvoir être analysés séparément et non dilués à la sortie de chaque générateur de chaleur. Il conviendra d'assurer en amont de l'orifice l'étanchéité des conduits de fumée qui fuient.

[3] Dans le cas de générateurs de chaleur munis d'un amortisseur acoustique dans le conduit de fumée, l'orifice de mesure peut être percé après l'amortisseur acoustique.

[4] L'orifice de mesure sera disposé à une distance correspondant à 2xD (D = diamètre intérieur du conduit de fumée), mesurée depuis la sortie du générateur de chaleur (fig. 1).

[5] Si le conduit de fumée fait un coude ou est muni d'un amortisseur acoustique à une distance inférieure à 2xD après le générateur de chaleur, l'orifice de mesure sera disposé à 1xD après le coude ou l'amortisseur (2xD pour les installations de combustion alimentées au bois) (fig. 2 et 3).

[6] Pour les appareils à gaz dotés d'un coupe-tirage de sécurité, les mesures seront effectuées si possible à une distance de 2xD en aval du coupe-tirage de sécurité.[7]

[7] Dans le cas des installations de combustion alimentées au bois, les coupe-tirage de sécurité situés dans le conduit d'évacuation ne doivent pas être fermés pour la mesure (modification du tirage de la cheminée). La mesure doit être effectuée en amont du coupe-tirage de sécurité.

[8] Les distances indiquées seront mesurées sur le conduit de fumée, depuis 'enveloppe du générateur de chaleur.[8] Si le générateur de chaleur est suivi d'un récupérateur de

[6] Les systèmes de tubes coaxiaux d'air et d'effluent (SAE) d'appareils à gaz muraux ou d'appareils raccordés à une conduite air / effluent ne doivent en aucun cas être percés ultérieurement. Dans ces cas, l'orifice de mesure doit être percé exclusivement par l'installateur.

[7] Pour le cas des appareils à gaz montés en série (installations à double chaudière ou multichaudières) avec un coupe-tirage de sécurité commun, les concentrations de CO des appareils isolés doivent être mesurées en amont du coupe-tirage de sécurité et les pertes d'effluents gazeux de l'ensemble de l'installation (en pleine charge) en aval de celui-ci.

chaleur ou d'un système d'épuration des fumées, les distances spécifiées se mesurent par rapport à ce dispositif complémentaire (attention aux entrées d'air parasite).

Fig. 1 > Mesure sur un conduit de fumée rectiligne assez long avant un coude

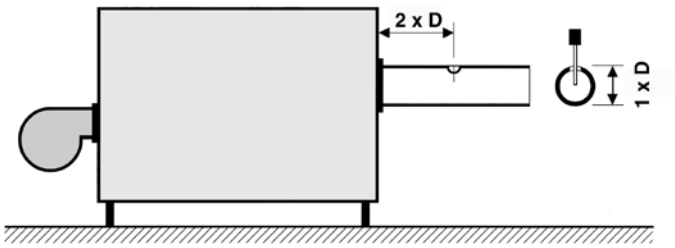


Fig. 2 > Mesure sur un conduit de fumée rectiligne trop court avant un coude (installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz)

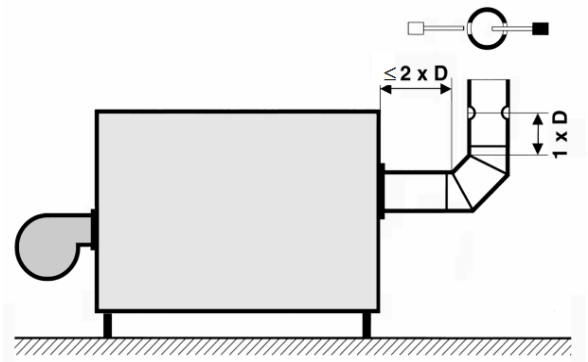
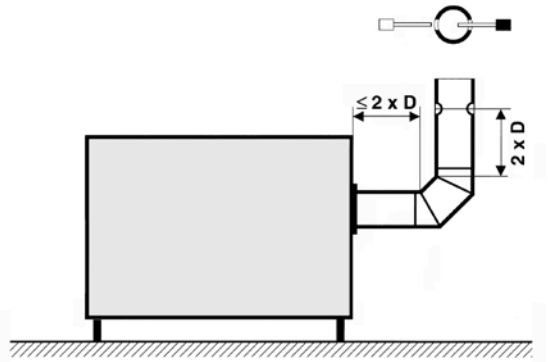


Fig. 3 > Mesure sur un conduit de fumée rectiligne trop court avant un coude (installations de combustion alimentées au bois)



[8] Cela vaut aussi pour les conduits de fumée qui sont partiellement incorporés dans l'enveloppe.

Fig. 4 > Emplacement de l'orifice de mesure après un générateur de chaleur atmosphérique à gaz doté d'un coupe-tirage

Vue de face *Vue de profil*

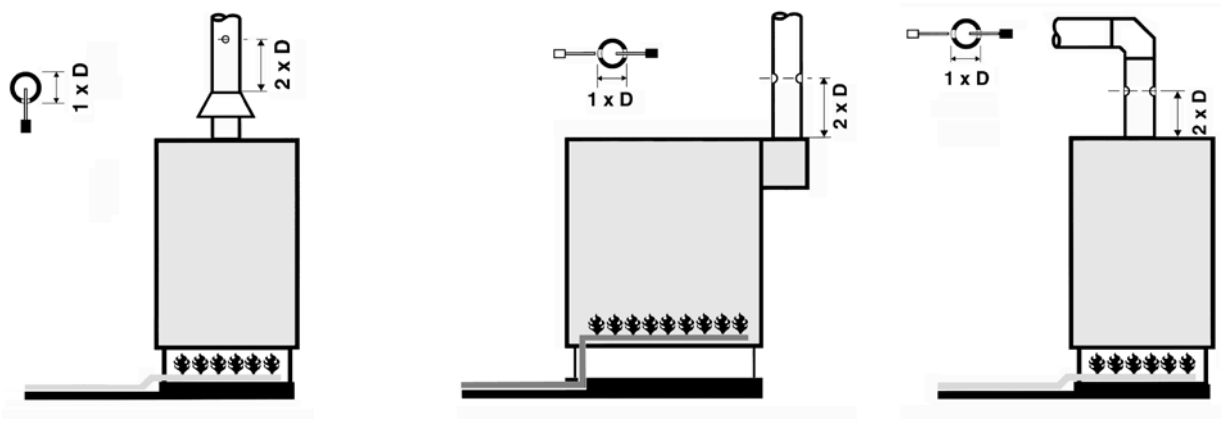
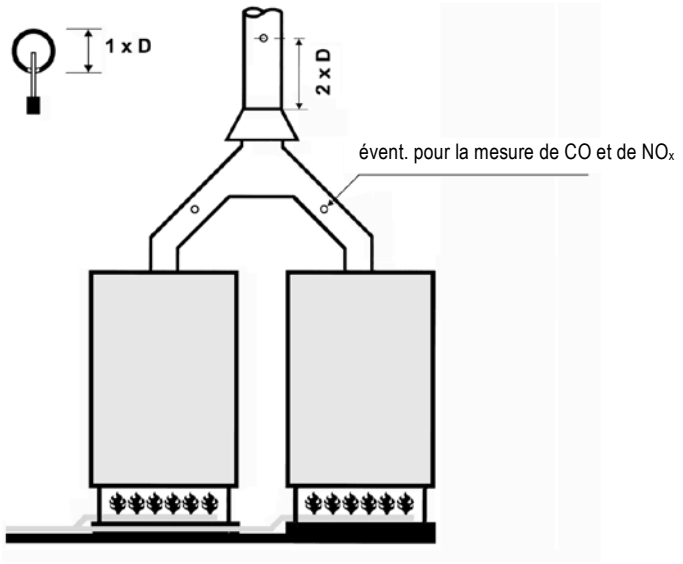


Fig. 5 > Emplacement de l'orifice de mesure après deux générateurs de chaleur atmosphériques à gaz dotés d'un coupe-tirage commun



Vue de face

4 > Installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz

4.1 Régimes d'exploitation à contrôler

[1] Les mesures sur les installations de combustion seront effectuées aux températures de l'eau de la chaudière suivantes:

a) La température de l'eau de la chaudière à prendre en considération pour mesurer les effluents gazeux est dictée par la «température de consigne» (point de coupure).

b) Pour les chaudières à température constante, la température de consigne est dictée par la température de l'eau fixée en hiver par le thermostat ou par le régulateur «du point de coupure».

c) Pour les chaudières où la température de l'eau est modulée automatiquement, la température de consigne est dictée par la température réglée en fonction des conditions climatiques (température extérieure).

[2] L'al. 1 s'applique par analogie aux installations dotées de brûleurs à plusieurs allures ou modulants. En général, pour ces installations, les mesures doivent être effectuées au régime minimal ainsi qu'au régime le plus élevé possible.

[3] En dérogation à l'al. 2, s'agissant des appareils atmosphériques à gaz et à huile, les appareils, à gaz et à huile, à condensation avec brûleur à air pulsé de même que les brûleurs à évaporation d'huile dont la puissance calorifique ne dépasse pas 70 kW les mesures ne doivent généralement être effectuées qu'au régime le plus élevé possible. Si ce régime ne peut pas être sélectionné au moyen d'un commutateur (touche du ramoneur), il y a lieu d'élever en conséquence la température de réglage du thermostat de la chaudière ou du local.

[4] Quant aux mesures sur les installations bi-combustibles (huile et gaz), elles doivent être effectuées aussi bien lors du fonctionnement à l'huile, qu'au gaz. Lors du contrôle périodique des installations de combustion, on renoncera à effectuer une mesure avec les deux combustibles, s'il peut être démontré que l'un des deux est utilisé moins de 100 heures par an.

4.2 Nombre de mesures

[1] Pour chaque régime considéré, on procédera à au moins deux mesures.

[2] Si les résultats de chacune des deux mesures sont incontestablement inférieurs ou supérieurs à la valeur limite d'émission, il n'y a pas lieu de procéder à une mesure supplémentaire pour le même régime. Si ce n'est pas le cas, une troisième mesure permettra d'établir si la valeur limite est respectée ou dépassée.

4.3 Préparation de la mesure

[1] Avant toute mesure, on contrôlera les éventuels défauts de fonctionnement de l'installation.

[2] Avant le début des mesures, les instruments doivent être calibrés selon les indications mode d'emploi. On vérifiera également l'étanchéité du circuit de gaz.

4.4 Réalisation de la mesure

4.4.1 Déroulement d'une mesure

[1] Une mesure comprend la détermination des éléments suivants:
- concentration de monoxyde de carbone[9]
- concentration d'oxygène
- température des effluents gazeux
- concentration d'oxydes d'azote
- pertes par les effluents gazeux
- indice de suie (uniquement pour les installations de combustion alimentées à l'huile)

[2] Ces valeurs seront si possible mesurées simultanément ou successivement, à de courts intervalles. Le déroulement des opérations décrit au ch. 4.4.2 doit être respecté.

[3] L'intervalle de temps déterminant pour l'appréciation des émissions des installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz est de 3 minutes. Il commence 1 minute après la formation de la flamme[10] et se termine 4 minutes après celle-ci. Durant ce laps de temps, la température de l'eau de la chaudière ne doit s'écarter de ±10° C de la température du point de consigne, fixé par le thermostat ou le régulateur (cf. ch. 4.1).[11]

[4] Si la mesure sur une installation de combustion alimentée à l'huile et au gaz ne peut pas être achevée 4 minutes après la formation de la flamme, seules seront encore mesurées les valeurs qui ne se modifient pas sensiblement au-delà de cette durée (p. ex. l'indice de suie). En cas de doute, il y a lieu de répéter la mesure et de l'effectuer dans le temps imparti selon l'al. 3.

[5] Le réglage de l'installation de combustion ne doit pas être modifié pendant les mesures. En cas de modification du réglage après la mesure, il y a lieu de la répéter.

[9] Le terme employé jusqu'à présent, «teneur», est remplacé ci-après par «concentration».

[10] Dans le cas de brûleurs à plusieurs allures ou modulants, c'est le moment réglage de l'allure qui est déterminant et non le moment de formation de la flamme.

[11] FCette règle n'est pas applicable aux appareils de chauffage dotés de brûleurs atmosphériques gaz ou à huile. Ces appareils ne peuvent être mesurés que lorsqu'ils ont atteint leur état d'équilibre.

4.4.2 Check-list pour le déroulement des opérations

1. Déterminer la température de consigne au thermostat de la chaudière selon ch. 4.1 et mémoriser/noter cette température. La mesure commencera au plus tôt lorsque la température de la chaudière sera inférieure de 10° C à la valeur de consigne et se terminera au plus tard lorsqu'elle sera de 10° C supérieure à cette valeur.
2. Mettre le brûleur en service et mesurer la température de l'air comburant.
   Endroits où mesurer la température de l'air comburant:
   - juste à côté de l'orifice d'aspiration du brûleur ou du capot du brûleur (ni dans l'orifice, ni sous le capot!);
   - si le conduit d'amenée d'air est séparé: dans l'orifice de mesure prévu à cet effet (2xD à partir du bâti de l'appareil);
   - **attention**: les parties chaudes de l'appareil et les flammes ouvertes diffusent de la chaleur et peuvent fausser le résultat.
3. Une minute après la formation de la flamme[12], introduire la sonde dans l'orifice de mesure et chercher le centre du courant, c'est-à-dire la température la plus élevée (ou la plus faible concentration d'O_2). A cet effet, on déplacera lentement la sonde le long de l'axe de mesure en suivant l'indication de la température.[13]
4. Fixer la sonde et étancher l'orifice de mesure.
5. Commencer l'opération et effectuer toutes les mesures nécessaires. Dès que les indicateurs sont stabilisés, noter les résultats des mesures (ou les imprimer).
6. Achever la mesure des pertes par les effluents gazeux, la mesure du CO et des NO_x au plus tard 4 minutes après la formation de la flamme (cf. ch. 4.4.1, al. 4). Avant la fin de la mesure, la sonde doit être restée au moins 90 secondes dans les effluents gazeux.
7. Sitôt que la première mesure est achevée, retirer la sonde et arrêter le brûleur.[14]

4.4.3 Prise en compte de la qualité de l'huile de chauffage

[1] Pour les installations de combustion alimentées à l'huile, la qualité de l'huile de chauffage a une incidence considérable sur les concentrations d'oxydes d'azote mesurées dans les effluents gazeux (cf. ch. 4.5). La qualité de l'huile de chauffage déterminante pour apprécier l'installation est celle qui se trouve dans la citerne au moment de la mesure.

[12] le cas échéant, après réglage de l'allure déterminante, dans le cas d'un brûleur à plusieurs allures ou modulant.
[13] Attention: le centre du courant peut être déplacé latéralement par rapport à la direction de l'orifice ou varier dans sa position. Ceci concerne surtout les brûleurs atmosphériques dotés de grands conduits de fumée.
[14] Ou remettre en mode automatique dans le cas d'un brûleur à plusieurs allures ou modulant.

4.5 Traitement des données brutes et appréciation des résultats

4.5.1 Concentration de monoxyde de carbone et de d'oxydes d'azote

Traitement des données brutes

[1] Chaque valeur mesurée doit être ramenée à l'effluent gazeux sec à l'état normal (0° C, 1013 hPa ou 1013 mbar) ainsi qu'à une concentration d'oxygène de référence de 3 % vol et tronquée à l'unité. Les instruments de mesure effectuent ces opérations automatiquement.

[2] Les valeurs moyennes imprimées ou affichées par l'instrument de mesure doivent être consignées dans le protocole de mesure.

[3] La comparaison avec la valeur limite doit tenir compte des incertitudes de mesure (valeurs F) selon le tableau 1.

Tab. 1 > Incertitudes de mesure pour le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote dans le cas d'un instrument de mesure entretenu réglementairement (selon le METAS) (installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz)

Valeur mesurée	Incertitude de mesure (F)
jusqu'à 200 mg/m³	±20 mg/m³
plus de 200 mg/m³	±10 % de la valeur mesurée

Appréciation des résultats

[4] La valeur limite est considérée comme respectée et le contrôle est donc considéré comme réussi si, après 2 mesures à chaque régime et après déduction de l'incertitude F[15], aucun des résultats ne dépasse cette valeur limite.

[5] La valeur limite est considérée comme dépassée si, après deux mesures au même régime et après déduction de l'incertitude F, les deux valeurs mesurées lui sont supérieures.

[6] Si, à un régime donné et après déduction de l'incertitude F, une valeur mesurée dépasse la valeur limite, il est nécessaire de procéder à une troisième mesure, pour déterminer si la valeur limite est respectée ou dépassée.

[15] Mesure de la concentration des oxydes d'azote dans les émissions des installations de combustion alimentées à l'huile: tenir compte du chiffre 452. En général la déduction se monte alors à 30 mg/m³ (incertitude F +10 mg/m³).

Tab. 2 > Tableau des cas possibles
(appréciation des installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz)

Cas 1		
1. mesure: $(x_1 - F) \leq EGW$	→	après 2 mesures, la valeur limite
2. mesure: $(x_2 - F) \leq EGW$		est respectée
Cas 2		
1. mesure: $(x_1 - F) > VLE$	→	après 2 mesures, la valeur limite
2. mesure: $(x_2 - F) > VLE$		est dépassée
Cas 3a		
1. mesure: $(x_1 - F) \leq VLE$		
2. mesure: $(x_2 - F) > VLE$	→	après 3 mesures, la valeur limite
3. mesure: $(x_3 - F) \leq VLE$		est respectée
Cas 3b		
1. mesure: $(x_1 - F) \leq VLE$		
2. mesure: $(x_2 - F) > VLE$	→	après 3 mesures, la valeur limite
3. mesure: $(x_3 - F) > VLE$		est dépassée

où:

$x_{1,2,3}$ = *valeurs mesurées, normalisées selon ch. 4.5.1, al. 1, en mg/m³*
F = *incertitude de mesure pour l'instrument de mesure en mg/m³ selon le tab. 1*
VLE = *valeur limite d'émission*

[7] Pour les instruments de mesure en continu, on déterminera la moyenne pour chaque régime qui a fait l'objet d'une mesure et on comparera celle-ci avec les valeurs limites. Pour l'appréciation du résultat, on procédera de la même manière que pour les mesures ponctuelles.

4.5.2 Appréciation simplifiée de la concentration d'oxydes d'azote dans les installations de combustion alimentées à l'huile

[1] Pour la première mesure d'une installation qui figure dans la liste de l'art. 20, al. 1, OPair[16] ainsi que pour les contrôles périodiques d'installations de combustion ayant une puissance calorifique ne dépassant pas 1 MW, il faut suivre une procédure simplifiée d'évaluation de la concentration d'oxydes d'azote selon l'al. 2.

[2] La valeur limite pour les oxydes d'azote est réputée respectée lorsque les valeurs affichées, après déduction de l'incertitude F et de la concentration d'azote dans

[16] C'est-à-dire pour les installations de combustion alimentées à l'huile d'une puissance calorifique ne dépassant pas 350 kW et dont les émissions doivent être mesurées.

l'huile de chauffage ne dépassent pas la valeur limite. La concentration de l'azote dans l'huile de chauffage ne doit pas être mesurée.[17]

Tab. 3 > Exemples (appréciation simplifiée de la concentration d'oxydes d'azote dans les installations de combustion alimentées à l'huile)

Valeur mesurée avant déduction de E et des 10 mg/m³ qui tiennent compte de l'azote dans l'huile de chauffage	Valeur limite NO_x à 120 mg/m³	Valeur limite NO_x à 150 mg/m³
150 mg/m³	Valeur limite respectée	–
151 mg/m³	Valeur limite dépassée	–
180 mg/m³	–	Valeur limite respectée
181 mg/m³	–	Valeur limite dépassée

3 En dérogation à l'al. 2, l'exploitant peut exiger que son installation soit appréciée selon l'annexe 3, ch. 412, al. 2, OPair (c'est-à-dire d'après la concentration exacte d'azote organique dans l'huile de chauffage, cf. aussi annexe A1). Il assume les frais supplémentaires générés par cet examen.

4 La procédure générale de traitement des données brutes et d'appréciation des mesures est régie par le ch. 4.5.1.

4.5.3 Procédure en cas de dépassement des valeurs limites (nouvelles installations, première mesure)

Si la valeur limite pour les oxydes d'azote est dépassée, l'installation doit être mise en état dans un bref délai (cf. aussi ch. 4.4.3).

4.5.4 Procédure en cas de dépassement des valeurs limites (installations existantes)

1 Si la valeur limite pour les oxydes d'azote est dépassée et que l'installation ne peut être mise en état dans un bref délai, elle doit être assainie.

2 Si le contrôle périodique suivant montre que la valeur limite est respectée ou que l'installation peut être mise en état dans un bref délai, l'ordre d'assainissement est annulé.

3 Si durant plusieurs années la valeur limite pour les oxydes d'azote est successivement respectée puis dépassée, l'autorité rend une décision au cas par cas.

4.5.5 Concentration d'oxygène

Les concentrations d'oxygène mesurées sont arrondies à un chiffre après la virgule pour les calculs ultérieurs et consignées ainsi dans le protocole de mesure.

[17] Les valeurs d'oxydes d'azote (NO_x) affichées correspondent à la somme des concentrations de monoxyde d'azote (NO) et de dioxyde d'azote (NO_2). Si le NO_2 n'est pas mesuré il faut ajouter de 10 mg/m³ à la concentration de NO. Les instruments de mesures font cette opération automatiquement.

4.5.6 Pertes par les effluents gazeux

Traitement des données brutes

[1] Les pertes par les effluents gazeux (q_P) seront calculées à un chiffre après la virgule et consignées ainsi dans le protocole de mesure (cf. les formules de calcul à l'annexe A1).

[2] Lors de la comparaison avec la valeur limite, il y a lieu de prendre en compte les incertitudes de mesure (valeurs F) selon le tab. 4.

Tab. 4 > Incertitudes de mesure pour les pertes par les effluents gazeux dans le cas d'un instrument de mesure correctement entretenu (pertes par les effluents gazeux dans les installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz)

Concentration d'oxygène mesurée	Incertitude de mesure (F)
jusqu'à 13,0 % vol O_2	±0,5 % pertes par effluent
13,1–16,0 % vol O_2	±1,0 % pertes par effluent
au-delà de 16,0 % vol O_2	±2,0 % pertes par effluent

Appréciation des résultats

[3] La valeur limite est considérée comme respectée si, après deux mesures et après déduction de l'incertitude F, les deux valeurs obtenues ne dépassent pas cette valeur limite.[18]

[4] La valeur limite est considérée comme dépassée si, après deux mesures et après déduction de l'incertitude F, les deux valeurs mesurées lui sont supérieures.

[5] Si, après deux mesures et après déduction de l'incertitude F, une seule des deux valeurs obtenues dépasse la valeur limite, il est nécessaire de procéder à une troisième mesure, pour déterminer si la valeur limite est respectée ou dépassée.

[18] La valeur limite est en principe considérée comme respectée seulement si les dispositions de l'al. 1 sont remplies pour chaque allure. Cependant, pour déterminer les pertes par les effluents gazeux, il suffit en général d'effectuer les mesures à l'allure maximale.

Tab. 5 > Exemples (installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz)

cf. aussi tab. 2.

	Concentration d'O_2	q_P	Incertitude F	
Cas 1: Valeur limite OPair q_P: 7,0 %				
1re mesure	5,6 %	7,3 %	0,5 %	**Mesure**
2e mesure	5,8 %	7,5 %	0,5 %	
1re mesure: 7,3 % – 0,5 % = 6,8 %	→	après 2 mesures, la valeur limite		**Traitement des données brutes**
2e mesure: 7,5 % – 0,5 % = 7,0 %		de 7,0 % est respectée		
Cas 2: Valeur limite OPair q_P: 6,0 %				
1re mesure	4,8 %	6,6 %	0,5 %	**Mesure**
2e mesure	4,7 %	6,7 %	0,5 %	
1re mesure: 6,6 % – 0,5 % = 6,1 %	→	après 2 mesures, la valeur limite		**Traitement des données brutes**
2e mesure: 6,7 % – 0,5 % = 6,2 %		de 6,0 % est dépassée		
Cas 3: Valeur limite OPair q_P: 8,0 %				
1re mesure	6,6 %	8,5 %	0,5 %	**Mesure**
2e mesure	6,8 %	8,7 %	0,5 %	
3e mesure	6,3 %	8,4 %	0,5 %	
1re mesure: 8,5 % – 0,5 % = 8,0 %				**Traitement des données brutes**
2e mesure: 8,7 % – 0,5 % = 8,2 %	→	après 3 mesures, la valeur limite		
3e mesure: 8,4 % – 0,5 % = 7,9 %		de 8,0 % est respectée		

4.5.7 Indice de suie (installations de combustion alimentées à l'huile)[19]

[1] Après la mesure, le rond de papier filtre[20] portant la tache de suie est plié de manière à placer une deuxième couche de papier blanc sous la tache. Ensuite, on évalue la tache à l'aide de l'échelle des gris de l'OFEV, ceci dans des conditions équivalentes à la lumière du jour.[21] **Traitement des données brutes**

[2] Un papier filtre roussi ou humide ne peut pas être évalué.

[3] La valeur limite est considérée comme respectée si, après deux mesures effectuées à chaque régime, aucun indice de suie ne dépasse cette valeur limite. **Appréciation des résultats**

[4] La valeur limite est considérée comme dépassée si, pour un régime, les deux indices de suie lui sont supérieures.

[5] Lorsque, pour un des régimes, un des deux indices de suie dépasse la valeur limite, il est nécessaire d'effectuer une troisième mesure, pour déterminer si la valeur limite est respectée ou dépassée à ce régime.

[19] L'indice de suie ne doit être mesuré que pour les installations de combustion alimentées à l'huile.
[20] Les exigences relatives au papier filtre sont précisées à l'annexe A de la norme SN EN 267.
[21] Commande: Office fédéral des constructions et de la logistique (OFCL), 3003 Berne

4.5.8 Mesure des particules d'huile partiellement brûlées

But de la mesure

[1] Selon l'OPair, les effluents gazeux des installations de combustion alimentées à l'huile extra-légère ne doivent pas contenir de particules d'huile partiellement brûlées.

[2] Les effluents gazeux sont généralement réputés exempts de particules d'huile incomplètement brûlées lorsque, dans le cadre des contrôles périodiques des installations de combustion, les valeurs limites appliquées au monoxyde de carbone au sens du ch. 411 sont respectées. En cas de suspicion d'odeurs, on effectuera un test complémentaire au moyen de solvants (test d'élution).

Méthode de mesure

[3] Pour déterminer les particules d'huile partiellement brûlées retenues sur le filtre chargé de suie, on effectuera un test d'élution avec de l'éthanol (alcool éthylique), substance qui permet de déceler les particules d'huile retenues sur le filtre.

[4] Ce procédé convient pour tous les filtres, quelle que soit leur taille.

Préparation du test d'élution

Matériel nécessaire pour l'exécution du test:
- 1 flacon d'éthanol (alcool éthylique); en vente dans le commerce comme alcool industriel ou alcool à brûler,

concentration requise: 96 % (% masse):
- 1 paire de ciseaux,
- 1 petit miroir ou plaque de verre, etc.,
- 1 pipette.

Réalisation de la mesure

[5] La détection des particules d'huile partiellement brûlées doit se faire sitôt après la détermination de l'indice de suie.

[6] Le test d'élution doit être accompli pour chaque régime considéré et sur les deux taches de suie.

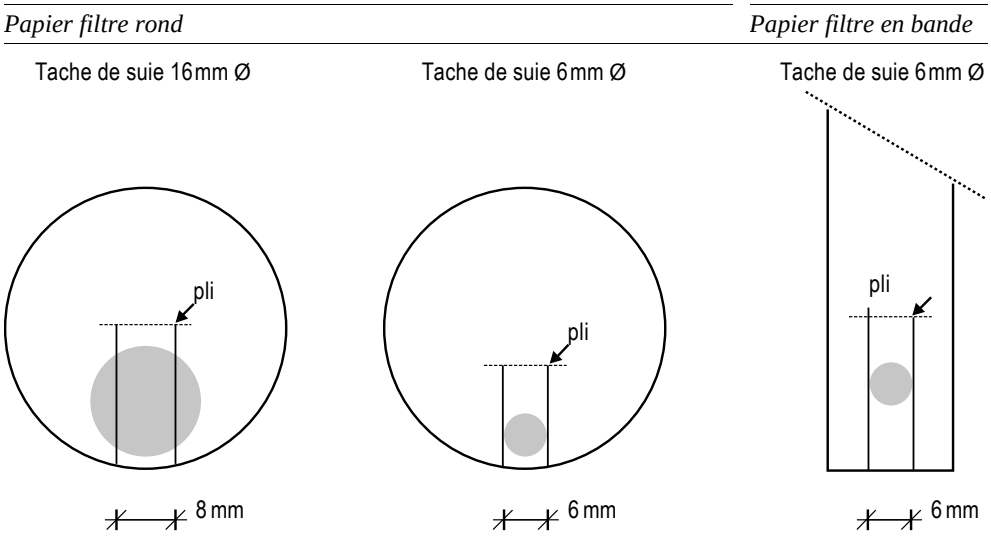
[7] Les papiers filtres ne doivent être ni roussis ni humides.

[8] Déroulement des opérations:
1. A l'aide des ciseaux, découper une bande dans le papier filtre comme indiqué à la fig. 6 et la plier vers l'arrière à angle droit, sans toucher la tache de suie.
2. Verser 1 à 2 gouttes d'éthanol sur le miroir posé à plat.
3. Tremper le bas de la bande pliée dans l'éthanol et laisser l'éluant monter le long du papier jusqu'à ce qu'il dépasse la tache de suie.
4. Dès que l'éthanol a dépassé la tache de suie, retirer le papier et le laisser sécher.

Appréciation

[9] Si, après évaporation de l'éluant, une nette coloration jaune à jaune-brun apparaît sur le bord de la tache de suie, cela indique la présence de particules d'huile partiellement brûlées dans les effluents.

Fig. 6 > Découpage des bandes dans le papier filtre



4.6 Répétition des mesures

[1] Chaque valeur doit faire l'objet d' au moins deux mesures.

[2] Lors de la répétition de la mesure, il est impératif de reprendre le procédé à partir du point 1 du ch. 4.4.2 (tenir compte de la température de l'eau de la chaudière).

[3] Les instruments de mesure doivent être calibrés avant chaque mesure.

[4] Si, lors de la première mesure, une installation qui figure dans la liste de l'art. 20, al. 1, OPair[22] ne respecte pas la valeur limite pour les oxydes d'azote, il est possible, en dérogation à l'al. 1, de répéter la mesure avec une huile à faible teneur en azote. Dans le protocole de mesure, les résultats avec les deux qualités d'huile doivent être inscrits distinctement.[23]

[22] C'est-à-dire pour des installations de combustion alimentées à l'huile d'une puissance ne dépassant 350 kW et dont les émissions doivent être mesurées.

[23] Si une nouvelle installation ne respecte la valeur limite appliquée aux oxydes d'azote qu'avec une huile à faible teneur en azote, l'installation (une fois sa citerne vidée) ne sera autorisée à fonctionner qu'avec de l'huile de chauffage à faible teneur en azote.

5 > Installations de combustion alimentées au bois

5.1 Régimes d'exploitation à tester

5.1.1 Chaudières[24] à chargement manuel

[1] Les installations sont allumées à froid conformément au mode d'emploi.

[2] L'accumulateur de chaleur doit avoir une capacité suffisante pour absorber la chaleur dégagée.

[3] Pour les installations à fonctionnement automatique, celui-ci doit être enclenché.

[4] La mesure débute 5 minutes après le lancement à froid et dure 2x15 minutes (deux mesures successives).

5.1.2 Chaudières à chargement automatique

[1] La mesure s'exécute automatiquement et dure 2x15 minutes (deux mesures successives).

[2] Pour les installations qui nécessitent le maintien d'un lit de braises, la mesure débute au plus tard 5 minutes après l'initiation de l'alimentation du combustible et dure 2x15 minutes (deux mesures successives).

5.1.3 Chauffages de locaux et cheminées[25] à chargement manuel

[1] Les installations sont allumées à froid conformément au mode d'emploi.

[2] La mesure débute 15 minutes après le lancement à froid et dure 15 minutes (une mesure).

[24] Chaudière de chauffage central notamment
[25] Inserts de cheminée et cheminées ouvertes pour combustibles solides

5.2 Nombre de mesures

[1] On procédera à au moins deux mesures (exception: chauffages de locaux et cheminées à chargement manuel: une seule mesure, cf. ch. 5.1.3).

[2] Pour les chaudières, la moyenne est calculée à partir des deux mesures de 15 minutes et comparée avec la valeur limite d'émission. Pour les chauffages de locaux et les cheminées, la moyenne sur 15 minutes est comparée avec la valeur limite d'émission.

5.3 Préparation de la mesure

[1] Avant toute mesure, on contrôlera les éventuels défauts de fonctionnement de l'installation.

[2] Avant le début des mesures, les instruments doivent être calibrés selon les indications mode d'emploi. On vérifiera également l'étanchéité du circuit de gaz.

5.4 Réalisation de la mesure

5.4.1 Déroulement d'une mesure

[1] Une mesure comprend la détermination des éléments suivants:
- concentration de monoxyde de carbone,
- concentration d'oxygène
- (température des effluents gazeux).

[2] Ces valeurs seront si possible mesurées simultanément ou successivement, à de courts intervalles. Le déroulement des opérations décrit au ch. 5.4.2 doit être respecté.

[3] Le protocole de mesure doit en outre comporter les données suivantes:
- catégorie de combustible prévue par l'annexe 5, ch. 3, al. 1, let. a et b, OPair et caractère approprié, conformément à l'annexe 3, ch. 521, OPair (type, qualité et humidité)
- catégorie de combustible et caractère approprié constatés
- puissance calorifique selon la plaquette d'identité[26]
- description/indication du régime auquel a été effectué la mesure
- température de l'air comburant
- température extérieure
- date du dernier service
- présence du monteur (oui/non)

[4] Le réglage de l'installation de combustion ne doit pas être modifié pendant les mesures. En cas de modification du réglage après la mesure, il y a lieu de la répéter.

[26] Si seule la puissance nominale est indiquée: puissance calorifique = 1,15 x puissance nominale. Cette estimation simplifiée peut ne pas convenir pour les installations à accumulation, où la phase de combustion est courte et la phase d'émission de chaleur plus longue.

[5] Si, dans une installation de combustion à bûches, la phase finale de la combustion[27] débute au cours de la mesure, il y a lieu d'interrompre celle-ci. Le critère de début de cette phase finale peut être une concentration d'O_2 qui dépasse 18 %.

5.4.2 Check-list pour le déroulement des opérations

1. Calibrer l'instrument de mesure.
2. Installations de combustion à chargement manuel: allumer. Installations de combustion à chargement automatique avec maintien du lit de braises: attendre la fin du fonctionnement en mode «maintien du lit de braises».
3. Fixer la sonde et étancher l'orifice de mesure. La sonde est disposée au milieu de la section du conduit de fumée (ne pas chercher le centre du courant avec la température la plus élevée).
4. Pour les chaudières de chauffage central, débuter la mesure 5 minutes après l'allumage (bûches) ou 5 minutes après le chargement de combustible (installation à alimentation automatique en mode «maintien du lit de braises») et, pour les chauffages de locaux, 15 minutes après l'allumage. Effectuer toutes les mesures nécessaires. Dans le cas dune installation à alimentation automatique en mode automatique, la mesure peut être commencée directement.
5. Sitôt que la mesure est achevée, retirer la sonde et purger l'appareil à l'air frais jusqu'à ce qu'au retour au valeurs initiales.

5.5 Traitement des données brutes et appréciation des résultats

5.5.1 Concentration de monoxyde de carbone

Traitement des données brutes

[1] Chaque valeur mesurée doit être ramenée à l'effluent gazeux sec à l'état normal (0° C, 1013 hPa ou 1013 mbar) ainsi qu'à une concentration d'oxygène de référence de 13 % vol et tronquée à l'unité. Les instruments de mesure effectuent ces opérations automatiquement.

[2] Les valeurs imprimées ou affichées par l'instrument de mesure doivent être consignées dans le protocole de mesure.

[3] La comparaison avec la valeur limite doit tenir compte de l'incertitude de mesure (F).

[4] La valeur de l'incertitude de mesure (F) est fixée de manière uniforme à 25 %.

Appréciation des résultats

[5] La valeur limite est considérée comme respectée et l'installation n'est donc pas contestée si, après déduction de l'incertitude F, la moyenne de 2 mesures (chaudières) ou le résultat d'une seule mesure (chauffages de locaux et cheminées) ne dépasse pas cette valeur limite.

[6] La valeur limite est considérée comme dépassée si, à un régime donné et après déduction de l'incertitude F, la moyenne de 2 mesures ou le résultat d'une seule mesure lui est supérieur[28].

[27] Lors de la phase finale de la combustion intégrale, les flammes ne sont presque plus visibles.

Tab. 6 > Tableau des cas possibles (installations de combustion alimentées au bois)

avec 2 mesures

Cas 1	Moyenne: $(x_1+x_2)/2 - F \leq VLE$	→ après 2 mesures, la valeur limite est respectée
Cas 2	Moyenne: $(x_1+x_2)/2 - F > VLE$	→ après 2 mesures, la valeur limite est dépassée

avec une mesure (pour 2 régimes d'exploitation)

Cas 1	Mesure: $(x - F) \leq VLE$	→ après 1 mesure, la valeur limite est respectée
Cas 2	Mesure: $(x - F) > VLE$	→ après 1 mesure, la valeur limite est dépassée

où:

$x_{1,2}$ = *valeurs mesurées, normalisées selon ch. 5.5.1, al. 1, en mg/m³*
Moyenne = *moyenne arithmétique de x1 et de x2*
x = *valeur mesurée en mg/m³ (normalisée selon ch. 5.5.1, al. 1)*
F = *marge d'erreur tolérée pour l'instrument de mesure, en mg/m³ (cf. ch. 5.5.1)*
VLE = *valeur limite d'émission*[29,30].

5.5.2 Concentration d'oxygène

Les concentrations d'oxygène mesurées sont arrondies à un chiffre après la virgule pour les calculs ultérieurs et consignés ainsi dans le protocole de mesure.

5.6 Répétition des mesures

[1] Chaque valeur doit faire l'objet d'au moins deux mesures (une seule mesure pour les chauffages de locaux, cf. ch. 5.2).

[2] Lors de la répétition de la mesure, il est impératif de reprendre le procédé à partir du point 1 du ch. 5.4.2 (tenir compte de la température de l'eau de la chaudière).

[3] Les instruments de mesure doivent être calibrés avant chaque mesure.

[28] Le principe «faire la moyenne puis normaliser» s'applique à l'interprétation des résultats. En d'autres termes, le calcul se fait de la manière suivante: on calcule d'abord la moyenne des concentrations mesurées de CO et d'O_2 avant de normaliser les concentrations de CO par rapport à la grandeur de référence de 13 % vol O_2. L'ordre inverse (normaliser les concentrations mesurées avant d'en calculer la moyenne) serait correct d'un point de vue mathématique, mais pourrait entraîner d'importantes erreurs sur le plan métrologique (car le capteur d'O_2 réagit beaucoup plus rapidement que le capteur de CO).

[29] Les valeurs limites d'émission sont définies selon l'OPair sur la base de la puissance calorifique. La puissance calorifique déterminante résulte de la puissance nominale et d'une perte supplémentaire de 15 % (puissance calorifique = 1,15 x puissance nominale), ce qui correspond à une chaudière d'un rendement de 87 % (puissance calorifique = puissance nominale /0,87).

[30] Des limitations de puissance ne peuvent être apportées a posteriori qu'avec l'autorisation des autorités d'exécution. Les mesures techniques correspondantes doivent être décrites en détail. La nouvelle puissance nominale doit être indiquée par le fabricant sur la plaque signalétique. Un nouveau contrôle de réception est nécessaire après la limitation de puissance.

> Annexes

A1 Formules et tableaux

A1-1 Calcul des pertes par les effluents gazeux

Le calcul des pertes par les effluents gazeux doit se faire selon la formule suivante:

$$q_P = \left(t_g - t_{ac}\right) \times \left[\frac{A}{21 - O_2} + B\right]$$

où:

q_P = *pertes par les effluents gazeux, en %*
t_g = *température des effluents gazeux, en °C*
t_{ac} = *température de l'air comburant à l'aspiration du brûleur, en °C*
O_2 = *concentration d'oxygène de l'effluent gazeux sec, en % vol*
21 = *concentration maximale d'oxygène dans l'air, en % vol*
A+B = *paramètres tirés du tab. 1*

Tab. 7 > Valeurs des paramètres A et B (pertes par les effluents gazeux)

Remarque: La formule ci-dessus permet de déterminer si la valeur limite OPair appliquée aux pertes par les effluents gazeux est respectée. S'agissant des chaudières à gaz à condensation à très haut rendement, la formule n'est pas adaptée à toutes les nouvelles technologies. Il est donc possible d'utiliser une autre formule en plus de celle-ci, qui admette un rendement supérieur à 100 %. Ainsi, il n'est plus nécessaire de contester l'installation ou l'instrument de mesure.

	Huile EL	Gaz naturel	Gaz liquide et mélange air-gaz
A	0,68	0,66	0,63
B	0,007	0,009	0,008

A1-2 Normalisation des concentrations mesurées des émissions par rapport à la concentration d'oxygène de référence

Le calcul destiné à rapporter les émissions mesurées à la concentration d'oxygène de référence sera effectué selon la formule suivante:

$$E_r = E_M \times \frac{21 - O_{2réf}}{21 - O_{2mes}}$$

où:

E_r = *concentration des émissions en mg/m³, rapportée à une concentration d'oxygène de référence de 3 % vol (installations de combustion alimentées au bois: 13 %)*
E_m = *concentration des émissions mesurée, en mg/m³*
$O2_{mes}$ = *concentration d'oxygène mesurée, en % vol*
$O2_{réf}$ = *concentration d'oxygène de référence selon l'OPair, en %vol =3 % vol (huile, gaz) / 13 % vol (bois)*
21 = *concentration d'oxygène dans l'air, en % vol*

A1-3 Prise en compte de la concentration d'azote de l'huile de chauffage

En général, la concentration d'oxydes d'azote dans les émissions des installations de combustion alimentées à l'huile de chauffage est déterminée d'après la méthode simplifiée du ch. 4.5.2[31].

Si, en revanche, il faut évaluer la concentration d'oxydes d'azote sur la base de la teneur de l'huile de chauffage en composés organiques azotés, il faut appliquer l'annexe 3, ch. 412, al. 2, OPair, dont voici la teneur:

Les valeurs limites d'émission pour les oxydes d'azote se rapportent à une teneur en azote du combustible de 140 mg/kg provenant des composés organiques azotés. Lorsque la teneur en azote est plus élevée, les émissions d'oxydes d'azote, exprimées en dioxyde d'azote, peuvent être supérieures de 0,2 mg/m³ par milligramme d'azote contenu dans le combustible; lorsque la teneur est inférieure, les émissions d'oxydes d'azote, exprimées en dioxyde d'azote, doivent être inférieures de 0,2 mg/m³ par milligramme d'azote contenu dans le combustible.

La conversion conforme à l'OPair peut aussi se faire selon la formule suivante:

$$C_{NO_2} = x_n - \left[0.2 \times \left(N - 140\right)\right] \qquad [mg/m^3]$$

[31] Exception: lors de la première mesure d'une installation alimentée à l'huile de chauffage, dont la puissance est supérieure à 350 kW, il y a lieu de tenir compte de la concentration d'azote de l'huile.

où:

C_{NO_2} = *concentration de dioxyde d'azote, en mg/m³, pour une concentration d'azote dans l'huile de chauffage de 140 mg/kg*

x_n = *concentration en oxydes d'azote mesurée, exprimée en mg/m³ de dioxyde d'azote et pour une concentration d'oxygène dans les effluents de 3 % vol*

N = *concentration mesurée d'azote organique dans l'échantillon d'huile de chauffage (concentration d'azote) en mg/kg*

A1-4 Conversion des NO_X en NO_2

La conversion des ppm de NO_x en mg/m³ de NO_2 se calcule selon la formule suivante:

$$C_{NO_2}\left[mg/m^3\right] = 2.054 \times C_{NOx}\left[ppm\right]$$

où:

C_{NO_2} = *concentration de NO_X, en mg/m³, exprimée en NO_2 et rapportée à l'effluent sec aux conditions normales (0° C, 1013 mbar)*

C_{NOx} = *concentration de NO_X, en ppm, rapportée à l'effluent sec*

2,054 = *facteur de conversion*

A1-5 Autres conversions

Tab. 8 > Facteurs de conversion pour l'huile extra-légère

Remarque: ces facteurs de conversion valent seulement pour les effluents gazeux ayant une concentration d'oxygène de 3 % vol.*

Conversion de			en				
			ppm	mg/m³	mg/MJ*	mg/kWh*	mg/kg*
CO	1 ppm	→	1	1,250	0,364	1,310	15,503
CO	1 mg/m³	→	0,800	1	0,291	1,048	12,402
CO*	1 mg/MJ	→	2,748	3,435	1	3,600	42,600
CO*	1 mg/kWh	→	0,763	0,954	0,278	1	11,833
CO*	1 mg/kg	→	0,065	0,081	0,023	0,085	1
NO_2	1 ppm	→	1	2,054	0,598	2,152	25,469
NO_2	1 mg/m³	→	0,487	1	0,291	1,048	12,402
NO_2*	1 mg/MJ	→	1,673	3,435	1	3,600	42,600
NO_2*	1 mg/kWh	→	0,465	0,954	0,278	1	11,833
NO_2*	1 mg/kg	→	0,039	0,081	0,023	0,085	1

Exemples pour le monoxyde de carbone (CO):

- 1 ppm CO (concentration de polluant dans l'effluent gazeux en ppm) correspond à 1,250 mg/m³ (concentration de polluant dans l'effluent gazeux, en mg/m³)
- 1 ppm CO correspond à 1,310 mg/kWh CO (mg par quantité d'huile extra-légère brûlée exprimée en kWh)
- 1 ppm CO correspond à 15,503 mg/kg CO (mg par kg d'huile de chauffage brûlée)

Tab. 9 > Facteurs de conversion pour le gaz naturel

Remarque: ces facteurs de conversion valent seulement pour les effluents gazeux ayant une concentration d'oxygène de 3 % vol.

Conversion de			en				
			ppm	mg/m³	mg/MJ*	mg/kWh*	mg/m^3_{gaz}*
CO	1 ppm	→	1	1,250	0,352	1,267	12,778
CO	1 mg/m³	→	0,800	1	0,282	1,014	10,222
CO*	1 mg/MJ	→	2,841	3,551	1	3,600	36,300
CO*	1 mg/kWh	→	0,789	0,986	0,278	1	10,083
CO*	$1\ mg/m^3_{Gas}$	→	0,078	0,098	0,028	0,099	1
NO_2	1 ppm	→	1	2,054	0,578	2,082	20,992
NO_2	1 mg/m³	→	0,487	1	0,282	1,014	10,222
NO_2*	1 mg/MJ	→	1,729	3,551	1	3,600	36,300
NO_2*	1 mg/kWh	→	0,480	0,986	0,278	1	10,083
NO_2*	$1\ mg/m^3_{Gas}$	→	0,048	0,098	0,028	0,099	1

Tab. 10 > Facteurs de conversion pour les installations de combustion alimentées au bois

Remarque: ces facteurs de conversion valent seulement pour les effluents gazeux ayant une concentration d'oxygène de 13 % vol.

Conversion de			en				
			ppm	mg/m³	mg/MJ*	mg/kWh*	mg/m^3_{gaz}*
CO	1 ppm	→	1	1,25	0,84	3,03	14,3
CO	1 mg/m³	→	0,80	1	0,67	2,40	11,4
CO*	1 mg/MJ	→	1,19	1,49	1	3,60	16,7
CO*	1 mg/kWh	→	0,33	0,41	0,28	1	4,7
CO*	1 mg/kg	→	0,07	0,09	0,06	0,21	1
Poussieres	1 mg/m³	→	-	1	0,67	2,40	11,4
Poussieres*	1 mg/MJ	→	-	1,49	1	3,60	16,7
Poussieres*	1 mg/kWh	→	-	0,41	0,28	1	4,7
Poussieres*	1 mg/kg	→	-	0,09	0,06	0,21	1

Les tables de conversion ci-dessus se basent sur la formule de conversion suivante:

$$\text{Conc.}\left[\text{mg/m}^3\right] = \text{Conc.}\left[\text{ppm}\right] \times \frac{\text{masse molaire}\left[\text{g/mol}\right]}{\text{volume molaire}\left[\text{l/mol}\right]}$$

où:

Conc. = *concentration dans l'effluent gazeux, soit en mg/m³, soit en ppm*
masse molaire du CO = *28 g/mol*
masse molaire du NO_2 = *46 g/mol*
volume molaire = *22,4 l/mol*
pouvoir calorifique inférieur (PCI) pour l'huile EL = *42,60 MJ/kg = 11,83 kWh/kg*
pouvoir calorifique inférieur (PCI) pour le gaz naturel = *36,30 MJ/m³ = 10,08 kWh/m³*
volume spécifique de l'effluent pour l'huile EL = *12,40 m³/kg (à 3 %vol* O_2*)*
volume spécifique de l'effluent pour le gaz naturel = *10,22 m³/m³ (à 3 %vol* O_2*)*

Tous les calculs de conversion sont valables pour un effluent sec, aux conditions normales (0° C, 1013 hPa)

A2 Collecte d'effluents gazeux à l'aide d'un sac d'échantillonnage

Cette méthode permet de prélever des échantillons d'effluents gazeux sans enrichissement. Après le prélèvement, l'analyse est effectuée sur le gaz récolté au moyen d'un instrument de mesure au sens du ch. 2.3, al. 1. Le résultat obtenu correspond à la moyenne sur la durée du prélèvement.

Le dispositif de remplissage sac collecteur de gaz (ci-après dispositif) doit comprendre une sonde de prélèvement permettant de collecter le gaz sans le diluer et de filtrer efficacement les particules solides. Le sac est rempli à l'aide d'un débitmètre. Il doit se fermer hermétiquement. Il faut le purger avant le prélèvement. A cette fin, le sac est rempli d'air ambiant via le dispositif, puis vidé complètement. Ce processus de purge doit être répété deux fois. Avant le prélèvement, il faut aussi contrôler l'étanchéité du dispositif. Pour ce faire, fermer la sonde de prélèvement et actionner la pompe à pleine puissance. Le dispositif est étanche si le débitmètre ne mesure aucun débit. Immédiatement avant le début du prélèvement, le volume mort du dispositif est purgé durant deux minutes avec le gaz à échantillonner. Le sac est alors raccordé au dispositif tout en maintenant la pompe de prélèvement enclenchée. Durant tout le prélèvement, il faut maintenir un débit constant. Dans le cas contraire, l'échantillon obtenu risque de ne pas être représentatif en raison des fluctuations des concentrations d'oxygène et de monoxyde de carbone dans les effluents gazeux. Il faut choisir un débit permettant de collecter un échantillon d'un volume suffisant pour la mesure qui suivra. Le débit ne doit pas être inférieur à 1 litre par minute à la sonde de prélèvement. La durée du prélèvement est régie par le ch. 5.1. A l'issue du prélèvement, équilibrer le gaz durant au moins 5 minutes dans le sac collecteur avant d'effectuer la mesure au moyen de l'instrument de mesure. Apprécier les résultats conformément au ch. 5.5.1.

A3 Profils de formation pour le contrôle des installations de combustion[32]

Dans la formation pour le contrôle des installations de combustion au sens de l'art 13 de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair), la priorité est donnée à l'acquisition de **compétences opérationnelles**. L'enseignement est modulaire: chaque module constitue une unité autonome, cohérente sur le plan technique et est sanctionnée par l'obtention d'un certificat de compétence. L'achèvement d'un ensemble de modules mène à une compétence professionnelle ou habilite à passer un examen final, qui donne généralement droit à un brevet fédéral de contrôleur/euse de combustion (CC) ou de spécialiste en combustion (SC)[33].

Orientation installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz

- AT1 Bases de la technique de combustion (installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz)
- MT1 Bases des techniques de mesure des émissions de polluants atmosphériques (installations de combustion alimentées à l'huile, au gaz et au bois)
- MT2 Technique de mesures selon les recommandations de l'OFEV
- AB1 Calculs, évaluation et interprétation 1
- AB2 Calculs, évaluation et interprétation 2
- BV1 Combustibles et combustion
- LZ1 Bases légales et hygiène de l'air
- LZ2 Exécution de l'OPair en cas de plaintes

Orientation installations de combustion alimentées au bois (modules supplémentaires)

- AT3[34] Bases de la technique de combustion (installations de combustion alimentées au bois)
- MT3 Technique de mesures selon les recommandations de l'OFEV
- AB3 Calculs, évaluation et interprétation des mesures de contrôle et exploitation correcte des installations de combustion alimentées au bois
- VK1 Contrôle visuel des cendres et des combustibles

Compétences techniques des contrôleurs/euses

En vertu de l'art. 43 de la loi sur la protection de l'environnement (LPE), les autorités exécutives peuvent confier à des particuliers l'accomplissement de diverses tâches d'exécution. Les cantons font depuis longtemps usage de cette possibilité pour le contrôle des installations de combustion par les autorités au sens de l'art. 13 OPair. Comme leurs pratiques d'exécution et leurs modes de délégation diffèrent, il faut que les personnes chargées des contrôles disposent de compétences techniques et de profils de formation variés.

[32] Remplace les notices du 8 mars et du 15 octobre 1999 accompagnant le rapport final FEUKO 2000/CHAUFFAGE 2000 de janvier 1999.

[33] Dans sa forme actuelle, l'examen professionnel ne couvre que la spécialisation «installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz». La commission chargée de l'assurance qualité correspondante (AQ) doit aussi, si possible, contrôler les compétences de la spécialisation «installations de combustion alimentées au bois».

[34] La désignation AT2 est déjà utilisée pour un module de la formation professionnelle de «Spécialiste en systèmes thermiques avec brevet fédéral».

Contrôles officiels des installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz (jusqu'à 1 MW)	
Effectuer des mesures des émissions et des paramètres énergétiques sur des installations de combustion simples alimentées à l'huile et au gaz de même que sur des installations de combustion plus complexes, conformément aux recommandations de l'OFEV sur le contrôle des installations de combustion. Traiter les données de mesure brutes et apprécier les résultats. Sensibiliser les exploitants des installations de combustion à la pollution de l'air due à ses émissions et à ses effets. Si le respect des valeurs limites est contesté, procéder à des entretiens commercialement neutres sur les possibilités d'assainissement. En cas de plaintes du voisinage liées à la qualité de l'air, établir les faits objectifs.	**Domaine de compétences opérationnelles**
Suivre les modules AT1/MT1/MT2/AB1/AB2/BV1/LZ1/LZ2 (certificat) et réussir l'examen final (brevet fédéral de contrôleur/euse de combustion).	**Profil de formation**
Mesures des émissions des installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz avec transmission des résultats à l'autorité d'exécution compétente (jusqu'à 1 MW)	
Effectuer des mesures des émissions et des paramètres énergétiques sur des installations de combustion simples alimentées à l'huile et au gaz de même que sur des installations de combustion plus complexes, conformément aux recommandations de l'OFEV sur le contrôle des installations de combustion. Transmettre les résultats à l'autorité d'exécution compétente.	**Domaine de compétences opérationnelles**
Suivre les modules AT1/MT1/MT2 (certificat)	**Profil de formation**
Contrôles officiels des installations de combustion alimentées au bois (jusqu'à 70 kW)	
Effectuer des mesures des émissions sur des installations de combustion alimentées au bois conformément aux recommandations de l'OFEV sur le contrôle des installations de combustion. Traiter les données de mesure brutes et apprécier les résultats. Instruire les propriétaires sur le fonctionnement correct de leurs installations de combustion et les sensibiliser sur la pollution de l'air due à ses émissions et sur ses effets.	**Domaine de compétences opérationnelles**
Passer l'examen final (brevet fédéral de contrôleur/euse de combustion). Suivre en outre les modules AT3/MT3/AB3 (certificat).	**Profil de formation**
Mesures des émissions des installations de combustion alimentées au bois (jusqu'à 70 kW) avec transmission des résultats à l'autorité d'exécution compétente	
effectuer des mesures des émissions sur des installations de combustion alimentées au bois conformément aux recommandations de l'OFEV sur le contrôle des installations de combustion et transmettre les résultats à l'autorité d'exécution compétente.	**Domaine de compétences opérationnelles**
Suivre les modules AT3/MT1/MT3 (certificat)	**Profil de formation**

Contrôle visuel des cendres et des combustibles

Effectuer des contrôles visuels pour lutter contre l'incinération illégale des déchets dans les installations de combustion alimentées au bois avec conseil spécialisé aux exploitants.

Domaine de compétences opérationnelles

Suivre le module VK1 (certificat)

Profil de formation

La commission chargée de l'assurance de la qualité de l'examen professionnel fédéral de contrôleur/euse de combustion (QSK-FK) statue sur l'attribution d'équivalences pour des certificats obtenus en Suisse.

Equivalences

En Suisse romande, les contrôleurs sont formés par l'ARPEA (Association romande pour la protection des eaux et de l'air). Les contrôleurs des installation à huile et à gaz doivent être en possession du «Certificat ARPEA de contrôleur de combustion», qui couvre les modules AT1, MT1 et MT2.

Profils de formation en Suisse romande

Remarque finale

Les personnes ne correspondant pas aux profils de formation requis ne sont en principe pas habilitées à effectuer des mesures.

Les personnes qui ont réussi la formation de base (certificats des modules AT1, AT3 et MT1) et se préparent à suivre le module spécialisé MT2 ou MT3 ou à passer l'examen professionnel correspondant (CC, SC) peuvent procéder à des mesures pendant deux ans au plus (autorisation provisoire). Si, à l'échéance de ce délai, elles n'ont pas réussi leur formation complémentaire, l'autorisation provisoire est caduque.

Autorisation provisoire

> Répertoires

Figures

Fig. 1
Mesure sur un conduit de fumée rectiligne assez long avant un coude 11

Fig. 2
Mesure sur un conduit de fumée rectiligne trop court avant un coude (installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz) 11

Fig. 3
Mesure sur un conduit de fumée rectiligne trop court avant un coude (installations de combustion alimentées au bois) 11

Fig. 4
Emplacement de l'orifice de mesure après un générateur de chaleur atmosphérique à gaz doté d'un coupe-tirage 12

Fig. 5
Emplacement de l'orifice de mesure après deux générateurs de chaleur atmosphériques à gaz dotés d'un coupe-tirage commun 12

Fig. 6
Découpage des bandes dans le papier filtre 22

Tableaux

Tab. 1
Incertitudes de mesure pour le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote dans le cas d'un instrument de mesure entretenu réglementairement (selon le METAS) (installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz) 16

Tab. 2
Tableau des cas possibles (appréciation des installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz) 17

Tab. 3
Exemples (appréciation simplifiée de la concentration d'oxydes d'azote dans les installations de combustion alimentées à l'huile) 18

Tab. 4
Incertitudes de mesure pour les pertes par les effluents gazeux dans le cas d'un instrument de mesure correctement entretenu (pertes par les effluents gazeux dans les installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz) 19

Tab. 5
Exemples (installations de combustion alimentées à l'huile et au gaz) 20

Tab. 6
Tableau des cas possibles (installations de combustion alimentées au bois) 26

Tab. 7
Valeurs des paramètres A et B (pertes par les effluents gazeux) 27

Tab. 8
Facteurs de conversion pour l'huile extra-légère 29

Tab. 9
Facteurs de conversion pour le gaz naturel 30

Tab. 10
Facteurs de conversion pour les installations de combustion alimentées au bois 30